

6 ZUSAMMENFASSUNG

Bei 30 herzgesunden und 27 herzkranken Großpferden wurde mit der farbkodierten Dopplertechnik eine systematische Analyse physiologischer und pathologischer intrakardialer Strömungsprofile durchgeführt. Ergänzend wurden alle Probanden mit dem gepulsten und dem kontinuierlichen Dopplerverfahren untersucht.

Als herzgesund wurden Pferde bezeichnet, bei denen weder die Anamnese, die klinische und elektrokardiographische Untersuchung, noch die echokardiographische Untersuchung im B- und M-Mode Hinweise auf eine Erkrankung des Herzens gegeben hat.

Mit der konventionellen Dopplermethode wurde bei den herzgesunden Pferden die maximale und mittlere Geschwindigkeit des früh- und spätdiastolischen Bluteinstroms in die Ventrikel und die Geschwindigkeit der systolischen Austreibungsströmung von Blut in die großen Arterien erfaßt.

Sowohl bei herzgesunden als auch bei herzkranken Pferden wurden alle Herzklappen nach Regurgitationsflüssen abgesucht und deren Geschwindigkeit ermittelt.

Die qualitative Auswertung physiologischer Flußprofile im farbkodierten Doppler-Echokardiogramm herzgesunder Pferde erfolgte aus vier standardisierten Schallkopfpositionen. Von jeder Anschallposition wurden repräsentative Flußsequenzen Bild-für-Bild analysiert und über alle Phasen des Herzzyklus beschrieben. Zeigten sich an geschlossenen Herzklappen Farbsignale unerwarteter Flußrichtung, so wurde deren maximale Fläche, Länge und Breite vermessen.

Bei den herzkranken Pferden wurde die Lokalisation und Flußrichtung pathologischer Flüsse erfaßt und deren maximale Ausdehnung vermessen. Die Meßdaten dieser Reflux-Signale wurden mit dem Wilcoxon-Rangsummentest mit den bei herzgesunden Pferden ermittelten Daten verglichen.

Nahezu alle aus der Humanmedizin bekannten Strömungsprofile beim herzgesunden Menschen konnten auch beim herzgesunden Pferd nachgewiesen werden. Charakteristische Flußprofile für die Blutfüllung der Vorhöfe und Ventrikel sowie für den Ausstrom von Blut in den großen und kleinen Kreislauf zeigten sich reproduzierbar bei allen Probanden. Auch die anhand der Farbkodierung geschätzten Fließgeschwindigkeiten laminarer Strömungen deckte sich weitgehend mit den konventionell ermittelten Geschwindigkeiten. Insgesamt waren die Blutflüsse im rechten Herzen in besserer Bildqualität darstellbar als die im linken Herzen.

Im Farbdoppler-Echokardiogramm der herzgesunden Pferde fiel bei 90% der Tiere ein Reflux-Signal von geringer Ausdehnung an der Aortenklappe, bei 67% an der Trikuspidalklappe, bei 40% an der Pulmonalklappe und bei 23% an der Mitralklappe auf. Ein großer Teil dieser Regurgitationen wurde ebenfalls im konventionellen Doppler-Echokardiogramm nachgewiesen.

Bei allen herzkranken Pferden lagen Herzgeräusche unterschiedlicher Lautstärke und Phasenzugehörigkeit vor. Mit Hilfe der farbkodierten Dopplermethode ließen sich die pathologischen Blutflüsse im Herzen dieser Pferde schnell und mit hoher Sensitivität nachweisen. An den Linksherzklappen fiel eine hohe Variabilität der Flußrichtung pathologischer Strömungen auf. Multiple Regurgitationsflüsse fanden sich bei 60% der diagnostizierten Mitralinsuffizienzen. Die Ausdehnungen der Insuffizienzflüsse, die mit einem auskultierbaren Herzgeräusch einhergingen, waren, verglichen mit den Ausdehnungen der Regurgitationssignale bei herzgesunden Pferden, hochsignifikant größer. Bereits leise Herzgeräusche (Grad I und II) zeigten deutlich größere Insuffizienzflüsse, als sie bei Pferden ohne Herzgeräusch vorzufinden waren. Bei lauten Herzgeräuschen waren zwar häufiger großflächige Rückflüsse zu beobachten als bei leisen Geräuschen, in Einzelfällen wiesen jedoch auch Patienten mit leisen Herzgeräuschen Rückflüsse von erheblicher Größe auf.

In dieser Studie konnte gezeigt werden, daß mit der Farbdoppler-Echokardiographie beim Pferd ein nichtinvasives diagnostisches Verfahren zur Verfügung steht, das eine schnelle und präzise Beurteilung physiologischer und pathologischer Blutströmungen im Herzen ermöglicht.

Maike Höch

Doppler colour flow mapping in the horse

7 SUMMARY

A colour Doppler examination has been performed systematically in 30 horses without and 27 horses with heart disease. Normal and abnormal blood-flow patterns were studied. Additionally all horses were evaluated with pulsed and continuous wave Doppler.

Heart disease in patients was ruled out by a serious examination of the cardiovascular system, including a clinical inspection, an ECG, M-mode and 2-dimensional echocardiographic findings.

Peak flow velocities as well as mean velocities for left and right ventricular inflow and left and right ventricular outflow were determined in horses without heart disease by conventional Doppler techniques. The prevalence and velocity of valvular regurgitation has been recorded in both groups.

In a qualitative evaluation of all horses without heart disease colour-coded blood-flow patterns in the heart were described from four standardised transducer positions. From each of these positions representative sequences of blood-flow were analysed image-per-image during the cardiac cycle. If signals of unexpected flow direction on closed cardiac valves were noticed, signal-area, signal-length and signal-width was measured.

In those horses with cardiac diseases, location and direction of pathological blood-flow was determined and the maximal extension of the colour-coded flow signal was measured. A comparison of these data with those of healthy horses was performed with the Wilcoxon two-sample-test.

Almost all physiological blood-flow patterns known from human cardiology could also be detected in horses without heart disease. All patients showed reproducible characteristic flow patterns of the atrial and ventricular filling and the ejection of blood into the great vessels. Estimated flow velocity of colour-coded laminar flow corresponded well with conventionally determined blood-flow velocity. Altogether colour flow mapping in the right heart provided better image quality than in the left heart.

During colour Doppler examination of the horses without heart disease aortic regurgitation could be detected in 90 %, tricuspid regurgitation in 67%, pulmonary regurgitation in 40% and mitral regurgitation in 23% of the cases. Most of these findings could be confirmed by conventional Doppler.

All horses with a heart disease had heart murmurs of different timing and intensity. To detect valvular insufficiency Doppler colour flow mapping presented a high sensitivity and speeded the time required for examination. Aortic, as well as mitral regurgitation showed a considerable variability regarding the flow direction. At the mitral valve multiple defect-locations were seen in 60% of the patients. The extension of jets showed significant differences ($p < 0,001$) between horses with audible murmurs and the healthy control group with silent regurgitations. Even in horses with low intensity murmurs (Grade 1-2), jet extension was clearly larger than in healthy horses. Mostly, loud murmurs presented more severe regurgitation, than low intensity murmurs, however occasionally regurgitation was worse than the murmur auscultated did suggest.

The study showed, that in horses colour Doppler flow imaging is a noninvasive diagnostic method of high value, that provides quick and precise assessment of physiological and pathological blood-flow patterns in the heart.